

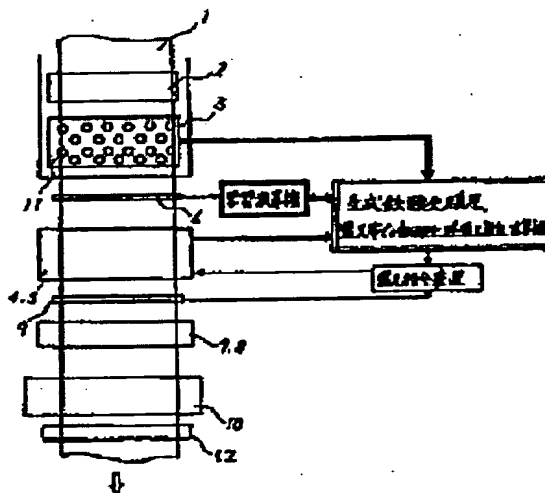
METHOD FOR ANNEALING HIGH P-CONTAINING HIGH TENSILE STRENGTH STEEL BEFORE GALVANNEALING

Patent number: JP4254530
Publication date: 1992-09-09
Inventor: KIMURA YOSHITAKA; KOMATSU NOBUKATSU; OHASHI YUICHI
Applicant: NIPPON STEEL CORP
Classification:
 - international: C21D9/46; C21D11/00; C23C2/02; C23C2/06; C23C2/28
 - european:
Application number: JP19910031358 19910201
Priority number(s): JP19910031358 19910201

Abstract of JP4254530

PURPOSE: To obtain a galvanized steel sheet of high P-containing high tensile strength steel having stable quantity, excellent uniform outward appearance and good alloying characteristic without accompanying uneven alloying by adopting control system in continuous line having high productivity.

CONSTITUTION: Produced iron oxide film thickness in an oxidizing zone and iron oxide film reducing capacity in a reducing zone in an annealing furnace, are calculated by using heat cycle, line speed, hydrogen concn. in the reducing zone and combustion air ratio in the oxidizing zone. The iron oxide film thickness in inlet side of the reducing zone is actually measured with an oxide film thickness meter and the annealing condition is controlled so as to become the oxide film thickness calculated at inlet side $+a(\text{Angstrom}) \leq \text{reducing capacity}(\text{Angstrom}) \leq \text{the oxide film thickness calculated at inlet side} + bX$ (the oxide film thickness) $< 2 > (\text{Angstrom})$ (wherein, a: the constant decided by excess thickness of the oxide film, b: the constant decided by P in the steel, or condition, which the iron oxide film thickness d is $\leq 50 \text{Angstrom}$, is added and further, by using the actually measured value of oxide film thickness at inlet side with the oxide film thickness meter, learning calculation is executed.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-254530

(43) 公開日 平成4年(1992)9月9日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 1 D 11/00		8928-4K		
9/46	J	7356-4K		
	W	7356-4K		
C 2 3 C 2/02		8116-4K		
2/06		8116-4K		

審査請求 未請求 請求項の数2(全7頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平3-31358

(22) 出願日 平成3年(1991)2月1日

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72) 発明者 木村 義孝

千葉県君津市君津1番地 新日本製鐵株式
会社君津製鐵所内

(72) 発明者 小松 延勝

千葉県君津市君津1番地 新日本製鐵株式
会社君津製鐵所内

(72) 発明者 大橋 勇一

千葉県君津市君津1番地 新日本製鐵株式
会社君津製鐵所内

(74) 代理人 弁理士 椎名 彊 (外1名)

(54) 【発明の名称】 高P含有高張力鋼の合金化溶融亜鉛めっき前の焼鈍方法

(57) 【要約】

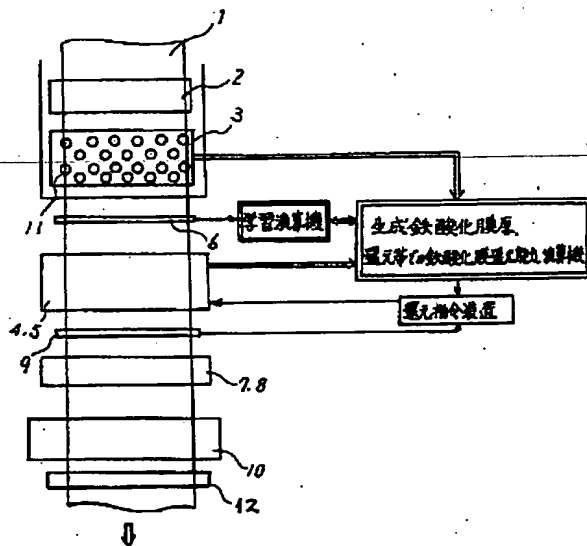
【目的】 高生産性のラインにあって、この連続ラインに制御システムを採用し、これにより、合金ムラを伴うことなく、安定した品位で均一外観の優れた合金特性の良好な高P含有高張力鋼の合金化溶融亜鉛めっき鋼板を得ること、

【構成】 焼鈍炉の酸化帯での生成鉄酸化膜厚、及び、還元帯での鉄酸化膜還元能力をヒートサイクル、ラインスピード、還元帯水素濃度、酸化帯燃焼空気比を用いて計算し、還元帯入側での鉄酸化膜厚を酸化膜厚計で実測し、入側計算酸化膜厚 + a (Å) ≤ 還元能力 (Å) ≤ 入側計算酸化膜厚 + b × (酸化膜厚)² (Å)

a : 酸化膜余裕代

b : 鋼中P量により決まる定数

となるように焼鈍条件を制御し、もしくは、帯出側での鉄酸化膜厚 $d \leq 50 \text{ Å}$ 、なる条件を加え、更に、入側酸化膜厚を酸化膜厚計の実測値を用いて、学習計算させること。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 鋼中P濃度0.04%以上の高張力鋼の合金化溶融亜鉛めっき前の焼鈍方法において、焼鈍炉の酸化帯での生成鉄酸化膜厚、及び、還元帯での鉄酸化膜還元能力をヒートサイクル、ラインスピード、還元帯水素濃度、酸化帯燃焼空気比を用いて計算し、還元帯入側での鉄酸化膜厚を酸化膜厚計で実測し、入側計算酸化膜厚+ a (Å) \leq 還元能力(Å) \leq 入側計算酸化膜厚+ b \times (酸化膜厚)² (Å)

a : 酸化膜余裕代

b : 鋼中P量により決まる定数

となるように焼鈍条件を制御し、更に、入側酸化膜厚を酸化膜厚計の実測値を用いて、学習計算させることを特徴とする高P含有高張力鋼の合金化溶融亜鉛めっき前の焼鈍方法。

【請求項2】 鋼中P濃度0.04%以上の高張力鋼の合金化溶融亜鉛めっき前の焼鈍方法において、焼鈍炉の酸化帯での生成鉄酸化膜厚、及び、還元帯での鉄酸化膜還元能力をヒートサイクル、ラインスピード、還元帯水素濃度、酸化帯燃焼空気比を用いて計算し、還元帯入側、出側での鉄酸化膜厚を酸化膜厚計で実測し、入側計算酸化膜厚+ a (Å) \leq 還元能力(Å) \leq 入側計算酸化膜厚+ $b \times$ (酸化膜厚)² (Å)

a : 酸化膜余裕代

b : 鋼中P量により決まる定数

かつ、還元帯出側での鉄酸化膜厚 $d \leq 50$ Å

d : 浴中Alによる鉄酸化膜還元量

となるように焼鈍条件を制御し、更に、入側酸化膜厚を酸化膜厚計の実測値を用いて、学習計算させることを特徴とする高P含有高張力鋼の合金化溶融亜鉛めっき前の焼鈍方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、高P含有鋼の高張力鋼の合金化溶融亜鉛めっき前の焼鈍方法に関するもので、特に、鋼中P濃度が0.04%以上の高P含有鋼板に対して合金化亜鉛めっき鋼板の特性等を確保するための焼鈍条件を制御する焼鈍方法にある。

【0002】

【従来の技術】 近年、自動車用鋼板として用いられる冷延鋼板には、車体の軽量化及び安全性の向上、並びに耐食性の見地から、プレス加工性に優れることのほかに、高強度であり、かつ耐食性が要求され、供給鋼材の表面処理化が強く要求される状況にある。このなかで、最近では、特に、高張力鋼板の表面処理化要求が高まりつつある。この高張力鋼板の防錆力向上を主目的とした表面処理方法としては、生産性の点から容易に厚めっき化が可能なゼンジャー式溶融亜鉛めっき法がある。このゼンジャー式溶融亜鉛めっき法の場合、無酸化炉で生成された鉄酸化膜が、それ以降の還元帯で還元された後、鋼中

の易酸化元素である、Si, Mn, P, Alが鋼板表面で選択的に酸化され、これにより、濃化勾配が生じるために、表面に濃化していく。これらの元素のうち、Pは鋼板表面に PO_x の皮膜を形成し、合金化特性を著しく阻害する(局部的に合金ムラが発生する)。これを改善する従来の方法としては、焼鈍前に、Fe, ZnまたはNiをプレメッキする方法及び、酸素を含む酸化炉中で鋼板表面の圧延油を除去し、適度な酸化膜を形成せしめた後、水素を含む雰囲気中で、還元焼鈍後、炉内で板温を調節し、めっきする方法が、既に特開昭55-122865号公報で知られている。すなわち、酸素を含まない無酸化炉方式では、鋼表面の油を除去することができ、酸化性雰囲気が弱いので、酸化され易いSi, Mn, Alが表面に拡散酸化されるため、これらの酸化物が鋼表面を形成する。しかも、これらの酸化物は、還元炉では、還元されず、めっきの濡れ不良、めっき密着不良の原因となる。そのために鋼板の表面に酸化膜の厚み400~10000Åになるように酸化した後、水素を含む雰囲気中で焼鈍し、溶融めっきするというものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来技術である焼鈍前に、Fe, ZnまたはNiをプレメッキする方法は、プレメッキ皮膜が不安定であり、炉内雰囲気が汚染されること。また鋼種によってメッキ液を使い分けなければならない等の困難があり、更に後者の特開昭55-122865号公報についても、上記のように無酸化炉の空気比を高くして加熱し、Fe酸化膜を生成した後、還元加熱すると、良好なめっき性が得られるという知見のみであって、鋼中のPと合金化溶融亜鉛めっき層との関係については、全く開示されていないこと。さらには、実際の操業ラインにおけるラインスピードを下げ、合金化炉内の在炉時間を長くすることにより、鋼板全体を合金化させる方法はあるが、しかし、この方法では20~30%のラインスピードを低下させなければならず、生産性が著しく低下する問題点があった。そこで、本発明は、高生産性のラインにあって、従来法とは異なり、連続ラインに制御システムを採用することにより、合金ムラを伴うことなく、安定した品位で均一外観の優れた合金化溶融亜鉛めっき前の焼鈍方法を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】 上述した問題点を解決し、その目的を達成するために、本発明の要旨とするところは、(1) 鋼中P濃度0.04%以上の高張力鋼の合金化溶融亜鉛めっき前の焼鈍方法において、焼鈍炉の酸化帯での生成鉄酸化膜厚、及び、還元帯での鉄酸化膜還元能力をヒートサイクル、ラインスピード、還元帯水素濃度、酸化帯燃焼空気比を用いて計算し、還元帯入側での鉄酸化膜厚を酸化膜厚計で実測し、

3

入側計算酸化膜厚 + a (Å) ≤ 還元能力 (Å) ≤ 入側計算酸化膜厚 + b × (酸化膜厚)² (Å)

a : 酸化膜余裕代

b : 鋼中P量により決まる定数

となるように焼鈍条件を制御し、更に、入側酸化膜厚を酸化膜厚計の実測値を用いて、学習計算させることを特徴とする高P含有高張力鋼の合金化溶融亜鉛めっき前の焼鈍方法。

(2) 鋼中P濃度0.04%以上の高張力鋼の合金化溶融亜鉛めっき前の焼鈍方法において、焼鈍炉の酸化帯での生成鉄酸化膜厚、及び、還元帯での鉄酸化膜還元能力をヒートサイクル、ラインスピード、還元帯酸素濃度、酸化帯燃焼空気比を用いて計算し、還元帯入側、出側での鉄酸化膜厚を酸化膜厚計で実測し、

入側計算酸化膜厚 + a (Å) ≤ 還元能力 (Å) ≤ 入側計算酸化膜厚 + b × (酸化膜厚)² (Å)

a : 酸化膜余裕代

b : 鋼中P量により決まる定数

かつ、還元帯出側での鉄酸化膜厚 $d \leq 50 \text{ Å}$

d : 浴中AIによる鉄酸化膜還元量

となるように焼鈍条件を制御し、更に、入側酸化膜厚を酸化膜厚計の実測値を用いて、学習計算させることを特徴とする高P含有高張力鋼の合金化溶融亜鉛めっき前の焼鈍方法にある。

【0005】以下本発明について詳細に説明する。本発明において、鋼中にP濃度が0.04%以上とした理由は、高張力鋼として固溶強化、熱延板の結晶粒化する作用があり、またコストも安価であるため望ましい元素である。特にスキンプスに伴う延性劣化を少なくする効果が大であることから重要な元素であり、この効果をもたらすためには、0.04%以上を必要とし、また0.15%を超えるとPの過剰は脆化、溶接性劣化をもたらすため最適は0.04%~0.15%が望ましい。一方、鋼中にP濃度が0.04%以上のP含有鋼の場合には、一般には難合金化材と呼ばれ、鋼中のS, Mn, Al, Pなどが、鋼板表面の加熱によって、酸化物として鋼板表層に拡散されるため、これら酸化物が濃化し、鋼表面を形成する。そのため、これらの酸化物は、*

$$P \text{ 濃化量} = A \cdot C_p / O_x \cdot \sqrt{t - t_1} \quad \dots (1)$$

ここで、P濃化量：[mg/m²]

A : 定数 [mg/m² · Å · sec^{-1/2}]

C_p : 鋼中P濃度 [%]

O_x : 鉄酸化膜厚 [Å]

t : 還元帯滞在時間 [sec]

t₁ : 還元帯に入ってから鉄酸化膜厚が還元されるまでの時間 [sec]

$$A \cdot C_p / O_x \cdot \sqrt{t - t_1} \leq 0.5 \text{ mg/m}^2 \quad \dots (3)$$

両辺を2乗して

50

4

*還元炉中でも還元されず、合金化特性を阻害し、めっき密着性を悪くする。従ってこれら難めっき材を対象とした鋼材への溶融亜鉛めっきを高生産性のラインにおいて、合金ムラのない、しかも均一外観の優れためっきを可能としたことにある。そのための焼鈍条件として、第1は入側計算酸化膜厚 + a ≤ 還元能力 (Å) であること。すなわち、この条件はめっき浴に浸漬する際に、めっき性を阻害するFe酸化膜が残存していないことを示すものである。ここで、入側計算酸化膜厚は、酸化帯出側での鉄酸化膜厚をヒートサイクル、ラインスピード、酸化帯燃焼空気比等を用いて計算した値であり、定数aは、鋼板の幅方向でのFe酸化膜のばらつきの余裕代で、通常は100Å程度の値を入れる必要がある。

【0006】また還元能力とは、鉄酸化膜厚が十分に多いときに還元帯全体で還元する能力を示し、通常は1000Å程度である。従って鉄酸化膜厚 + aが還元能力より少なければ、めっき前には、鉄酸化膜はないので良好なめっき密着性が得られる。更に還元能力 (Å) ≤ 入側計算酸化膜厚 + b × (鉄酸化膜厚)² (Å) なる条件は、めっき浴に浸漬する際に、めっき密着性を阻害するP酸化膜が表面濃化していないことを示すものである。定数bは、鋼中P濃度、鋼板温度、ラインスピードに依存する定数である。従って鋼中Pの表面濃化が起こらないことがめっき密着性不良、不めっきの発生を防止する理由であり、そのための前提条件及び濃化現象について、第1に表層300ÅまでのP濃化量を0.5mg/m²以下に抑えれば、良好なめっき性が得られること。第2にP表面濃化は鉄酸化膜がなくなった時点から開始すること。第3はPの表面濃化は、鉄酸化膜が還元された後の純鉄層を、P原子が拡散する過程で律速となり、時間の平方根に比例して、表面P量は増加するものである。これらの現象を発明者らは種々の実験の結果見出し、次の関係を式で示すことができる。すなわち、Pの表面濃化量は鋼中P濃度C_pに比例し、鉄酸化膜厚O_xに反比例し、時間の平方根に比例する故、

【0007】

【数1】

このP濃化量が0.5mg/m²を超えると、表面全体がP₂O₃皮膜で被われるので、良好なめっき密着性を得るための条件は、

$$P \text{ 濃化量} \leq 0.5 \text{ mg/m}^2 \quad \dots (2)$$

【0008】

【数2】

$$A^2 \cdot (C_p/Ox)^2 \cdot (t - t_1) \leq 0.25 \dots (4)$$

ここで還元速度を V_r [A/sec]、還元能力を R [A] とすると、還元能力は t [sec] 間での還元量であるから、

$$R = V_r \cdot t \dots (5)$$

また、 t_1 [sec] 間で Ox [A] の酸化膜を還元す*

$$A^2 \cdot (C_p/Ox)^2 \cdot 1/V_r \cdot (R - Ox) \leq 0.25 \dots (8)$$

これを整理して、

$$R \leq Ox + 0.25 \cdot V_r / A \cdot 1 / C_p^2 \cdot Ox^2$$

定数 A と還元速度 V_r は実験的に求められ、還元帯での鋼板の平均温度である $600^\circ C$ では、

$$A = 1.8 \times 10^{-5} [mg/m^2 \cdot A \cdot sec^{-1/2}]$$

$$V_r = 11.6 [A/sec]$$

よって、条件は

$$R \leq Ox + 1.6 \times 10^{-5} / C_p^2 \cdot Ox^2$$

従って、 P の表面濃化によるめっき密着性不良を防止する条件は、還元能力 \leq 鉄酸化膜厚 $+ 1.6 \times 10^{-5} / C_p^2 \cdot (鉄酸化膜厚)^2$ すなわち、定数 b は、 $1.6 \times 10^{-5} / C_p^2$ で表すことができる。

【0009】以上のことを模式的に説明したものが、図1に示す模式図である。すなわち、図1は酸化、還元バランスを時間の変化として表したもので、鉄酸化膜厚は酸化帯において増加し、その後還元帯で、酸化膜は還元され、 t_1 後に FeO 還元は完了し、引続き P 濃化が開始され $t - t_1$ 時間内で P の濃化が進むと共に、還元能力の許容範囲まで還元が行われる状態を示している。また図2は酸化、還元バランスの軌跡を模式的に示したもので、酸化・還元過程①は亜鉛浴中に入る際、未だ酸化膜が残っているため、合金化特性は不良状態を示す。次に酸化・還元過程②は鉄酸化膜が残存する限界を示す。さらに酸化・還元過程③は本発明に係るもので、適正操業範囲に属する。また④は P の表面濃化の限界点を示し、 P 原子が純鉄層（酸化膜が還元された後の鉄の層）の表層まで到達していない状態であり、⑤は亜鉛浴に入り合金化する際、 $P-Ox$ 皮膜が表面にあり、鋼板と浴との反応を阻害するため、めっき密着性は不良の結果を生ずる。従って①、④、⑤は従来における酸化・還元過程を経るものであり、本発明は②及び③に該当するも、②は本発明の限界点に当たる。

【0010】また図3は還元能力と鉄酸化膜厚とに関係を示す図であって、 P 濃度 1.0% のときの本発明の操業範囲を定めている。A線は鉄酸化膜残留限界曲線を示し、下部に当たる鉄酸化膜残留領域では、めっき密着性は不良となる。また、B曲線は P 濃化限界線であって、該B曲線上部は P の表面濃化による合金化特性不良を起こす領域に該当する。従って、鉄酸化膜残留限界曲線Aの上部で、かつ P 濃化限界曲線Bの下部に当たるS部の範囲内に保持できるように、ラインスピード及び還元帯酸素濃度を調節する必要がある。更に鉄酸化膜はC垂直線以下、すなわち 1000 \AA 以下を必要とする。これ

*るから、

$$Ox = V_r \cdot t_1 \dots (6)$$

これより、

$$t = R/V_r, t_1 = Ox/V_r \dots (7)$$

この2式を(4)式に代入して

を超えると $Fe-Zn$ 反応が過剰に起こり、 $Fe-Zn$ 界面に脆い合金層が形成し、(過剰合金層成長領域D) 合金化特性不良になる。これらを、実操業連続ラインに採用する。

【0011】図4は本発明に係る設備概略図であって、冷間圧延後の鋼帯1を予熱炉2で予め加熱した後、鋼板に対して垂直に火炎を噴射するバーナーを用いた加熱炉3で鋼帯の表面生成酸化膜量を 1000 \AA を超えない範囲で制御しながら、加熱した後、次の還元帯である均熱炉4及び焼鈍炉5に入る前に、加熱炉での、表面生成酸化膜量を酸化膜厚計6を用いて実測し、この実測値に基づいて、前記還元能力をヒートサイクル、ラインスピード、還元帯酸素濃度を用いて計算し、最適範囲(S領域)になるように焼鈍炉5で還元をし、更に、入側酸化膜厚を酸化膜厚計による実測値を用いて、学習計算させる。すなわち、前述の計算に基づいた値によって、入側計算酸化膜厚 $+ a (A) \leq$ 還元能力 $(A) \leq$ 入側計算酸化膜厚 $+ b \times (酸化膜厚)^2 (A)$ を満足すべき焼鈍条件を制御するものである。 P の係数値等は計算機内に鋼種ごとに計算を記憶させるものであるが、計算モデルについて、メンテナンスフリーとするために、学習計算を行わせることが必要である。この学習計算は入側酸化膜厚について酸化膜厚計の実測値を用いて、係数値等は絶えず学習を行うことによって、精度アップを図っている。これによって計算によるフィード、フォワードの制御精度を高めるものである。引続き徐冷帯7および急冷帯8にて、 $800 \sim 820^\circ C$ の鋼帯温度を $450 \sim 500^\circ C$ に急冷する。その後の鋼帯は、ホットブライド、スナウトを経て、還元雰囲気状態で亜鉛浴10に浸漬され、ワイピング装置で付着量が調整され、 $500 \sim 520^\circ C$ の温度に合金化加熱炉12で加熱され、合金化溶融亜鉛めっき鋼板が得られる。

【0012】図5は、本発明の制御システムを示す図であって、鋼帯1は、直火加熱炉3の燃焼廃ガスの廃熱を利用した予熱炉2で予熱された後、直火加熱炉3で最高約 $700^\circ C$ まで鋼帯表面を加熱し、その場合に鋼板に対して垂直に火炎を噴射するバーナー11を千鳥状に配設し、酸化膜量を最大 1000 \AA を超えない範囲で急速加熱する。この直火加熱炉3でのヒートサイクル、ラインスピード、燃焼空気比等からの情報に基づき、生成鉄酸化膜厚を算出し、一方、還元帯である焼鈍炉5でのヒートサイクル、ラインスピード、還元帯酸素濃度等から鉄酸化膜還元能力を算出し、前述した両者の関係を満足す

るように、還元指令装置を介して還元帯である焼鈍炉5に指令され、酸化膜厚を最大50Å以下に保持するように制御する。この結果を還元帯出側酸化膜厚計9によって再確認し、もし仮に目標酸化膜厚を超える場合には、還元指令装置を介して焼鈍炉における還元能力をフィードバック制御することによって最適目標の酸化膜厚とするものである。一方、酸化膜厚計6で実測した値と前述計算値を学習演算機に入力し、該学習演算機によって、両者との偏差を算出し、常にその偏差値に応じた修正を行い、計算モデルの精度アップを図る。このようにして、その最適酸化膜厚の状態です徐冷、急冷して、亜鉛浴10に浸漬され、合金化加熱炉12で合金化処理され、合金化溶融亜鉛めっき鋼板が得られる。

【0013】

【実施例】実施例1

C: 0.10% Si: 0.80% Mn: 1.10%

Al: 0.03% P: 0.04% 残 Fe から成る鋼成分を有する高張力60K残留rハイテンを、予熱炉にて約350℃に加熱し、その後、直火加熱炉にて約700℃まで加熱をする。この加熱された鋼帯の諸条件（ヒートサイクル、ラインスピード、酸化帯燃焼空気比）を生成鉄酸化膜厚、還元帯での鉄酸化膜還元能力演算機に送り、そこで生成酸化膜を計算し、この計算値に基づいて、還元帯焼鈍炉からの還元帯水素濃度等の条件からの還元能力計算値との両者の関係を前述した式を満足するように、還元指令装置を介して、燃焼条件を制御する。そして、焼鈍炉にて約850℃に加熱される。一方、計算値が諸条件の変更等による計算値のための係数を絶えず学習計算して、修正を行い精度アップを図る。このようにして、加熱された鋼板は均熱、焼鈍され、徐冷の後450～500℃に急冷され、亜鉛浴中を通過させ、ガスワイピングでめっき量を35g/m²に調節した後、合金化処理した。その合金化溶融亜鉛めっき鋼板の合金化特性を調べた。その結果を表1に示すような評価によれば、表2に示すように、外観均一、合金ムラ全く見られなかった。

【0014】実施例2

*

【0016】

【表2】

	酸化帯での生成酸化膜厚Å	還元能力Å	合金化特性評価	表面外観	本発明、比較例
1	500Å	800Å	4	合金ムラなし、外観良好	本発明
2	700Å	1000Å	4	合金ムラなし、外観良好	本発明
3	800Å	1500Å	4	合金ムラなし、外観良好	本発明
4	1000Å	1500Å	4	合金ムラなし、外観良好	本発明
5	800Å	2000Å	3	局部的に合金ムラあり	比較例
6	500Å	1500Å	2	合金ムラ部分あり	比較例
7	1200Å	—	1	全面にわたって合金ムラ発生	比較例

【0017】

【発明の効果】以上述べたように、本発明は従来と異な

り、連続ラインに制御システムを採用し、かつ鉄酸化膜厚と還元能力との関係を満たすため、還元帯入側ないし

は還元帯出側をも検出器を設けて、学習計算すると共に、酸化膜厚を修正するようにしたので、P含有高張力鋼板であっても、合金化溶融亜鉛めっき条件をいたずらに変更することなく、普通鋼と同様の合金化特性が得られ、合金ムラを伴うことなく、安定した品位で均一な外観の溶融亜鉛めっき鋼板を実用上極めて有利な高効率適、かつ高生産性を可能ならしめる。

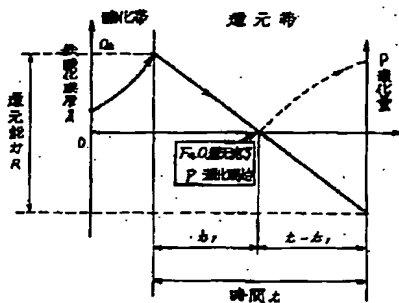
【0018】

【図面の簡単な説明】

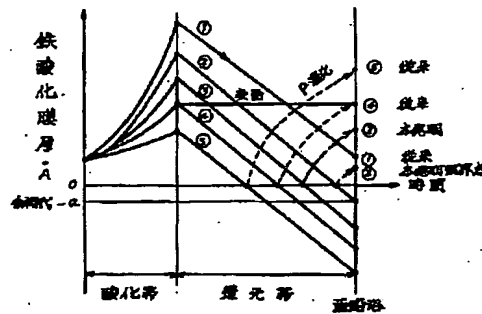
【図1】酸化、還元バランスを時間の変化として表した模式図。

【図2】酸化、還元バランスの軌跡を模式的に示した図。

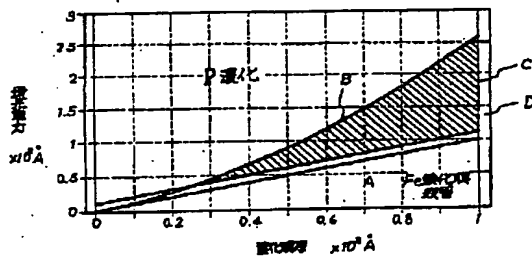
【図1】



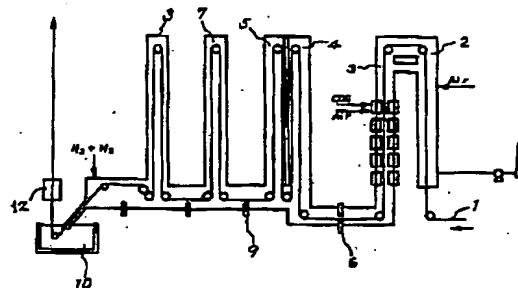
【図2】



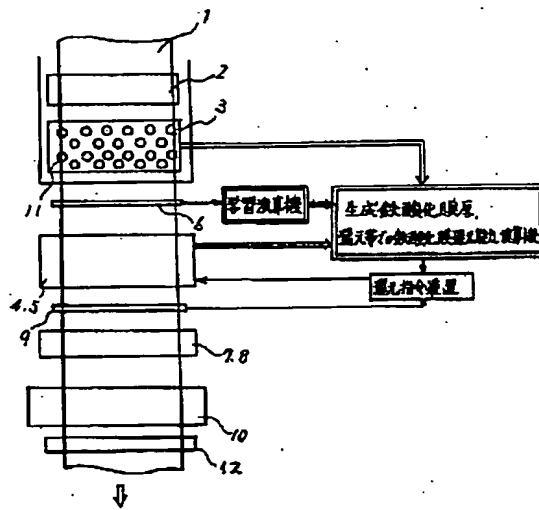
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁵
C 2 3 C 2/28

識別記号

庁内整理番号
8116-4K

F I

技術表示箇所